

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 8月22日
Date of Application:

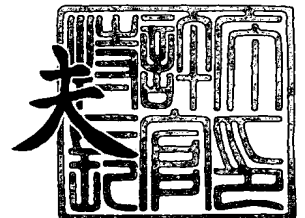
出願番号 特願2003-299129
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-299129]

出願人 富士重工業株式会社
Applicant(s): 三菱電機株式会社

2003年 9月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3079033

【書類名】 特許願
【整理番号】 547046JP01
【提出日】 平成15年 8月22日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B62D 05/04
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 井上 知之
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 遠藤 雅也
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内
 【氏名】 小山 哉
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県大和市つきみ野3丁目25番10号
 【氏名】 藤岡 健彦
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都足立区谷中3丁目6番7号
 【氏名】 リムピバンテン・ティーラワット
【特許出願人】
 【識別番号】 000005348
 【氏名又は名称】 富士重工業株式会社
【特許出願人】
 【識別番号】 000006013
 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100073759
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大岩 増雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100093562
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 児玉 俊英
【選任した代理人】
 【識別番号】 100088199
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 竹中 岑生
【選任した代理人】
 【識別番号】 100094916
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 村上 啓吾
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 035264
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

車両に設置されたハンドルの回転角度を検出してハンドル角信号を送出するハンドル角検出部、

前記車両の操向車輪から路面反力トルクを検出して路面反力トルク信号を送出する路面反力トルク検出部、

前記路面反力トルク信号が入力されるあらかじめ定めた所定の時定数の一次遅れフィルタを有し、この一次遅れフィルタの出力を用いて操舵反力トルクを算出する遅れ演算部、

前記ハンドルに取付けられ前記ハンドルに操舵反力トルクを発生する第 1 のモータ、

前記操舵反力トルクに基づいて前記第 1 のモータを制御する第 1 の制御部、

前記ハンドル角信号が入力される前記所定の時定数と同じ時定数の一次進みフィルタを有し、この一次進みフィルタの出力を用いて前記操向車輪の操向角信号を算出する進み演算部、

前記操向車輪に取付けられ前記操向車輪角を制御する第 2 のモータ、

前記操向角信号にもとづいて前記第 2 のモータを制御する第 2 の制御部とを備えたことを特徴とするステアリング制御装置。

【請求項 2】

車両に設置されたハンドルの回転角度を検出してハンドル角信号を送出するハンドル角検出部、

前記車両の操向車輪から路面反力トルクを検出して路面反力トルク信号を送出する路面反力トルク検出部、

前記路面反力トルクにもとづいて、あらかじめ定めた所定の定数を用いて操舵反力トルクを算出する演算部、

前記ハンドルに取付けられ前記ハンドルに操舵反力トルクを発生する第 1 のモータ、

前記操舵反力トルクにもとづいて前記第 1 のモータを制御する第 1 の制御部、

前記路面反力トルク信号が入力されるあらかじめ定めた微分時定数の微分回路を有し、この微分回路の出力を用いて補正信号を算出する補正演算部、

前記ハンドル角信号を、前記微分時定数と同じ時定数の一次進みフィルタに入力し、この一次進みフィルタの出力信号に、前記補正信号を加算して前記操向車輪の操向角信号を算出する進み微分補正演算部、

前記操向車輪に取付けられ前記操向車輪角を制御する第 2 のモータ、

前記操向角信号にもとづいて前記第 2 のモータを制御する第 2 の制御部とを備えたことを特徴とするステアリング制御装置。

【請求項 3】

前記一次進みフィルタの前記時定数を変化させる時定数設定手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のステアリング制御装置。

【請求項 4】

前記一次進みフィルタの前記時定数、または、前記微分時定数のいずれか一方または両方を変化させる時定数設定手段を備えたことを特徴とする請求項 2 に記載のステアリング制御装置。

【請求項 5】

前記時定数設定手段は、前記車両の運転者の状態を検出するドライバ状態検出装置の検出出力に応じて、前記時定数を変化させるものであることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のステアリング制御装置。

【請求項 6】

前記路面反力トルクの微分値と、上記一次進みフィルタの時定数に比例する前記補正信号の大きさを調整する補正信号調整手段を備えたことを特徴とする請求項 2 に記載のステアリング制御装置。

【請求項 7】

前記ハンドルと前記操向車輪とは、機械的に連結されていることを特徴とする請求項 1



又は 2 に記載のステアリング制御装置。

【請求項 8】

前記所定の時定数は 0. 3 秒以上、0. 7 秒以下に設定されたものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のステアリング制御装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ステアリング制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、車輪の軸方向（車輪角）を制御して車両の走行方向を制御する車両において、車輪角を電動モータで制御するステアリング制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ステアバイワイヤ（SBW）機構、すなわち、ハンドルに連結されているハンドル軸とタイヤを操向させる操向機構とを機械的に分離し、電動機などを用いて両者を互いに独立に制御する機構が知られている。

例えば、特許文献1には、操舵状態（ハンドルの角度その他）とタイヤ（操向車輪）の操向角とに基づいて、操舵反力トルクを決定するステアバイワイヤ制御装置が開示されている。この文献に開示された技術では、入力情報となる操舵状態として、主にハンドル角のみを用いることにより、ハンドル軸に作用する操舵反力トルクを決定している。

また路面反力トルクを検知し、これに所定のトルクゲインを掛けて操舵反力トルクを決定する方法もある。

ステアバイワイヤ機構では、ハンドルとタイヤとが機械的なリンクによって連結されている従来のステアリング機構と比較して、幅広い制御（制御特性や制御定数の変更などが容易になるという意味）を行うことが可能となる。

このような制御において、ハンドル入力に対する操向車輪角の応答性能を一次進みにすることで、車両応答遅れやドライバの反応遅れを補償するいわゆる微分ハンドルは良く知られている制御である。

【0003】

従来、とくにステアバイワイヤ機構においては、ハンドル角に対し操向車輪角を干渉することなく制御できるため、微分ハンドルでのドライバへの違和感は無いと考えられていた。

ステアバイワイヤ（SBW）機構においても、あるいは一般的なメカニカルにリンクしたステアリング機構においても、路面反力トルクに起因する操舵反力トルクをドライバが感じ得るようにすることは、操舵フィーリングを向上する上で重要な役割を持っている。しかし、上述した微分ハンドル制御状態においては、単純に路面反力トルクに比例した力をハンドルに操舵反力トルクとして戻してしまうと、トルクの変動などにより、いわゆるドライバと干渉する状態が生じる。ドライバと干渉するとは、例えば、トルクを感じたドライバが、さらに別の修正操舵を加えてしまう状態であり、スムーズな操舵が行われない。

【特許文献1】特開2000-128002

【特許文献2】特開2002-154345

【非特許文献1】Kramer, " Potential Function And Benefits Of Electronic Steering Assistance ", CSAT, Czech Republic, 1996

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のステアリング制御装置では、微分ハンドル制御において単純に路面反力トルクに比例した力をハンドルに操舵反力トルクとして戻してしまうと、トルクの変動などによりドライバと干渉する。即ち、腕にトルクを感じたドライバが、さらに別の修正操舵を加えてしまう結果、微分ハンドルの制御が有効に働かず、操舵フィーリングも向上しないという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この発明のステアリング制御装置は、車両に設置されたハンドルの回転角度を検出してハンドル角信号を送出するハンドル角検出部、

前記車両の操向車輪から路面反力トルクを検出して路面反力トルク信号を送出する路面反力トルク検出部、

あらかじめ定めた所定の時定数の一次遅れフィルタと、前記路面反力トルクとに基づいて操舵反力トルクを算出する遅れ演算部、

前記ハンドルに取付けられ前記ハンドルに操舵反力トルクを発生する第1のモータ、

前記操舵反力トルクに基づいて前記第1のモータを制御する第1の制御部、

前記所定の時定数と同じ時定数の一次進みフィルタと、前記ハンドル角信号とにもとづいて前記操向車輪の操向角信号を算出する進み演算部、

前記操向車輪に取付けられ前記操向車輪角を制御する第2のモータ、

前記操向角信号にもとづいて前記第2のモータを制御する第2の制御部とを備えたものである。

【発明の効果】

【0006】

この発明のステアリング制御装置によれば、ハンドル角に対する微分補償に加えて、ドライバにとって車両挙動に関する重要な情報である操舵反力トルクに対する補償を加えたことにより、ドライバ操作との干渉を低減し、ドライバの操作遅れを補償するので、人—自動車制御系の応答性と安定性が向上して、操舵フィーリングが向上し、車線変更などの操舵時における運転が容易となる作用効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

実施の形態1.

本願発明のステアリング制御装置の構成を図1に示す。

ハンドル111と操向車輪106とは機械的には繋がっておらず、操舵反力トルクをハンドル111に発生させる第1のモータ103と、操向車輪（以下車輪という場合もある）106の操向車輪角 δ_f を制御する第2のモータ104とを有する。ハンドル111にはその回転角度を検出してハンドル角信号を送出するハンドル角検出部（図示しない）が設置されている。

また、図1に示す構成に、運転者（以下人またはドライバという）を加えて、人—自動車制御系を制御ブロック化した説明図を図2に示す。

路面反力トルクセンサ（路面反力トルク検出部）102は、操舵時に操向車輪106に発生する路面反力トルクを測定し路面反力トルク信号を送出する。この路面反力トルク信号に応じて第1のモータ103で第1の制御トルクをハンドル軸に発生させる。また、操向車輪角をコントロールする第2の制御トルクを第2のモータ104に発生させる時にトルクを正確に制御するために用いられる。また、ここでは詳細な説明を省略するが、より良い操舵フィーリングや操縦安定性を実現するため、車両状態量検出器108内に、図示しないセンサを備えてヨーレート、横G、スリップ角、路面摩擦係数 μ を検出する場合もある。

またそれぞれのモータ制御を行なうため、モータに流れる電流と、モータ端子間にかかる電圧も取り込む。

通常時、力学的には、

操舵反力トルク T 、

路面反力トルク T_f 、

ハンドル角 δ_h 、

操向車輪角 δ_f

の関係をハンドル角ゲイン α_{11} 、トルクゲイン α_{22} とし下記の関係が成り立つようにコントロールする。

$$\delta_f = \alpha_{11} \cdot \delta_h \quad \text{及び} \quad T = \alpha_{22} \cdot T_f \quad \dots (1)$$

【0008】

α_{11} 、 α_{22} は、ハンドル角と操向車輪角の比であり、オーバーオールステアリングギア比と呼ばれるものの逆数であり、図1の操向車輪角制御用の第2のモータ104と、

操舵反力トルク制御用の第1のモータ103とによって、(1)の関係を保つようにそれぞれ制御される。本願発明の説明においては、理解を助けるため、 α_{11} 、 α_{22} は、ひとまず固定(一定値)であるとして説明する。一般的な乗用車の場合、その値は $1/15 \sim 1/20$ 程度である。しかしながら、可変ギアシステムと呼ばれるステアリング装置の機能を実現するために、例えば低車速で $1/10$ 、高車速で $1/30$ などと変化させることも可能である。

ここで、図1のシステムにより、ドライバが車線変更操作を行った場合の、各部の動作(運動)状態をモデル化したものを式(2)に示す。

【0009】

【数1】

$$\delta_{h, delay} = \frac{K_1}{1+t_l S} \Delta Y_{future} + \frac{T}{K_2} \quad \dots (2)$$

ΔY_{future} は前方注視距離での偏差。

t_l はドライバの遅れ時間。

K_1 は前方注視操舵ゲイン。

K_2 はドライバの腕バネ定数。

【0010】

δ_h はドライバが操作したハンドル角であり、理解を助けるため、以下に説明する補償をしていない補償前の信号は $\delta_{h, delay}$ と表示する。

図2の説明を行う前に、説明の順序として、まず、図2から、人-車両系全体の関係(信号伝達ブロック図)の内の、制御の要点部分を抜き出したものを図3に示し、この図により(2)式について説明する。

図3において、ドライバ201が進路を変更したい方向の前方注視距離での偏差(図3では ΔY_{future})、あるいはハンドルに感じている操舵反力トルク(図3のT)の影響、あるいはその他の影響を受けて、ハンドル角 δ_h を操作する。このハンドル角 δ_h はステアバイワイヤ制御装置(SBWコントローラとも言う)202内でハンドル角ゲイン α_{11} 倍され、操向車輪角 δ_f を車両203に与える。車輪の操向軸(図示していない)からは路面反力トルク(SAT)が検出され、SBWコントローラ202内でトルクゲイン α_{22} 倍されて、ドライバ201の腕に操舵反力トルクTとしてフィードバックされる。この回路はあらかじめ定めた定数と、路面反力トルクにもとづいて操舵反力トルクを算出する演算部である。

ここで、式(2)のドライバの反応遅れを補償することとは、図3に記載した点線202a内に何らかの補償要素を付加し、車両203に対してハンドル角 δ_h を式(3)のように、即ち、ドライバ201の遅れ $1/(1+t_l S)$ をキャンセルしたものを与えることと同値である。

【0011】

【数2】

$$\delta_{h, nodelay} = K_1 \Delta Y_{future} + \frac{T}{K_2} \quad \dots (3)$$

【0012】

理解を助けるため、補償を付加した後のドライバのハンドル角出力は $\delta_{h, nodelay}$

a y

と表示する。ここで従来の微分ハンドル（図4のようにハンドル角度信号を進みフィルタ202bを通過させる補償のみを行うものをこのように言う）の考えにより、図4に示すように、ドライバ遅れを補償するための1次進み補償 $(1+t_1s)$ 202bを、舵角信号 $\delta_{h, delay}$ に対してのみ付加する。

すると、図4の場合に、車両に与えられるハンドル角（区別するため $\delta_{h, comp}$ とする）は式（4）のようになる。1次進み補償202bは進み演算部である。

【0013】

【数3】

$$\begin{aligned}\delta_{h, comp} &= \left(\frac{K_1}{1+t_1s} \Delta Y_{future} + \frac{T}{K_2} \right) (1+t_1s) \\ &= K_1 \Delta Y_{future} + \frac{1+t_1s}{K_2} T \\ &= \delta_{h, nodelay}\end{aligned}\quad (4)$$

【0014】

式（4）の $\delta_{h, comp}$ は明らかに、式（3）の $\delta_{h, nodelay}$ とは異なり、操向車輪角に起因する路面反力のフィードバックにも進め補償が作用していることの影響を受けて、補償が不十分となっていることがわかる。

このように、路面反力トルクがドライバにフィードバックされる人—自動車系において、ステアバイワイヤ（SBW）システムを考えると、従来のように単純に操向車輪角のみに位相進め補償をただけでは不十分であることがわかる。

以上に説明した問題を解決し、式（3）に示した理想的な補償を実現するために、路面反力トルクSATに対し、ドライバ遅れとほぼ同じ時定数の一次遅れローパスフィルタ202cを掛けて（この回路を遅れ演算部と言う）操舵反力トルクを算出する。このようにした制御ブロック線図が図2である。

このとき車両に対して与えるハンドル角 δ_h は式（5）となる。

【0015】

【数4】

$$\begin{aligned}\delta_h &= \left[\frac{K_1}{1+t_1s} \Delta Y_{future} + \left(\frac{1}{1+t_1s} \right) \frac{T}{K_2} \right] (1+t_1s) \\ &= K_1 \Delta Y_{future} + \frac{T}{K_2} \\ &= \delta_{h, nodelay}\end{aligned}\quad (5)$$

【0016】

式（5）の δ_h は、式（3）の $\delta_{h, nodelay}$ と同じであり、ドライバの遅れが補償されている。

なお、 α_{11} 、 α_{22} の選び方としては、 $\alpha_{11} * \alpha_{22} = \text{const}$ を満たす固定値とすればよいが、ドライバのハンドルゲイン K_1 及び、腕のばね係数 K_2 により車両運動性能が最適になるような値を、車速などをもとに算出して変動する値として用いても良い。

また、ドライバ遅れ時間 t_1 は、ドライバの特性として、例えば代表的な値0.5秒で一定としてもよいが、特許文献2に開示されたドライバ状態推定器があれば、その結果にもとづいて変動させても良い。なお、 t_1 を変化させる場合、進み／遅れの両フィルターの時定数を変えればよいが、いずれか一方を変えるだけでも効果は得られる。

このように時定数を変化させる場合には、ソフト的に時定数を設定変更するか、あらかじめ複数種類のフィルタを設けて、ハード的に切り替えてもよい、このような変更手段を時定数設定手段と言う。

【0017】

図5は図2に示したステアリング制御装置の全構成を表す構成図である。図の二重線で囲んだ部分がモータに印加する電流値を演算する演算部300であり、例えば、図示しないマイクロプロセッサとメモリを含む演算装置で構成され、図1のステアリング制御コントローラ107の内部に収納される。演算部300では、図2の路面反力トルクセンサ信号SAT、ハンドル角信号 δ_h 、ハンドル角速度信号、操向車輪角信号 δ_f より、電流の目標値を演算し、第1、第2のモータの実電流が電流制御される。そして、モータは電流値にトルク定数とギア比（モータからステアリング軸間）を乗じた所定のトルクを発生し、ドライバが操舵する時の操舵反力トルク及び操向車輪角軸トルクを制御する。第1のモータ103を制御するブロック（第1のモータ電流制御部）は第1の制御部という。第2のモータ104を制御するブロック（第2のモータ電流制御部）は第2の制御部という。

【0018】

以上の説明において、ステアリング制御装置の制御量を決定する要素としては、制御に必要なとなる主な信号のみ、例えば路面反力トルク検出器、ハンドル角検出器、操向車輪角検出器から成り立っているとして説明した。しかし、具体的な装置としては、これ以外にも、モータ速度信号、モータ加速度信号、モータ電流、ヨーレート、横方向加速度などを、より良い操縦性を得るための制御信号として付加してもよいことはいうまでもない。

路面反力トルクセンサ及び、ハンドル角センサ、操向車輪角センサの取付け場所については、公知なので詳細な説明を省略する。

また、ここでは路面反力の検出は路面反力トルクセンサを用いて検出する実現手法として説明したが、操向車輪角制御用の第2のモータ104のモータ電流とモータ加速度とを用いて演算により路面反力トルクを求めることもでき、そのようにしても同様の効果が得られる。

即ち、モータのトルク定数を K_{t2} 、

モータ電流を I_f 、

モータの慣性を J_2 、

モータの加速度を $d\omega_2/dt$ 、

とすると、路面反力 T_f は下記(6)式により求まる。

$$T_f = I_f \cdot K_{t2} - J_2 \cdot d\omega_2/dt \quad (6)$$

以下に説明する他の実施の形態においても、路面反力トルクは路面反力トルク検出器を用いるか演算で求めるかのどちらでも実施可能である。

【0019】

図2、図5に示したステアリング制御装置によると、ハンドル角に対する微分補償に加えて、ドライバに車両挙動に関する情報を与える路面反力トルクに対する補償を加えることにより、ドライバ操作との干渉を低減し、ドライバの操作遅れを補償するので、人-自動車系の応答性と安定性が向上して、車線変更などの操舵時におけるドライバの運転負担を減らし、運転操作が容易となる。

具体例として、車線変更操作時の諸特性に現れる効果を図6に示す。図6の横軸は車両の走行移動距離、縦軸はハンドル角を表す。

【0020】

図6において点線51は（図2に示した）進み補償のないステアリング制御を行った場合の応答特性。一点破線52は図4に示した操向車輪角のみを制御する微分ハンドル制御を行った場合の応答特性。実線53が実施の形態1の場合の応答特性である。

特性53のハンドル角の定常値の量より判定すると、微分ハンドルの効果は特性52と変わらないが、操舵切り始めや修正操舵時（白矢印部）において、路面反力トルクに起因する操舵反力トルクが、図2に示したローパスフィルタ202cにより軽減しているため、特性52に比べすばやくハンドル角を増すことが出来、結果として、人-自動車系とし

て応答性が向上していることが確認できる。

【0021】

実施の形態 2.

実施の形態 1 の (3) 式を実現するための他の (図 2 のローパスフィルタ 202c を用いない) 構成について図 7 により説明する。図 7 に実施の形態 2 のステアリング制御装置の制御ブロック線図を示す。図 7 のものは、路面反力トルクの現在値を用いて、式 (3) と式 (4) との差、 $T(t_1s)/K_2$ を直接補正しようとするものである。即ち、補償要素 202d を付加している。補償要素 202d は路面反力トルク速度算出部あるいは補正演算部とも言う。

図 7 の場合、車両に対して与えるハンドル角は式 (7) となる。

【0022】

【数 5】

$$\begin{aligned}\delta_h &= \left(\frac{K_1}{1+t_1s} \Delta Y_{future} + \frac{T}{K_2} \right) (1+t_1s) - t_1s \frac{T}{K_2} \\ &= K_1 \Delta Y_{future} + \frac{T}{K_2} \\ &= \delta_{h, nodelay}\end{aligned}\quad (7)$$

【0023】

即ち、路面反力トルクから微分補償により $T(t_1s)/K_2$ を求め、これを 1 次進みフィルタ 202b の出力側で、 δ_h に加算している。この回路を進み微分補正演算部と言う。これにより、ドライバの遅れが補償される。

なお、 α_{11} 、 α_{22} の選び方としては、 $\alpha_{11} * \alpha_{22} = \text{const}$ を満たす固定値とすればよいが、ドライバのハンドルゲイン K_1 及び、腕のばね係数 K_2 により車両運動性能が最適になるような値を、車速などをもとに算出して変動する値として用いても良い。

また、ドライバ遅れ時間 t_1 は、ドライバの特性として、代表的な値、例えば 0.5 秒で一定としてもよいが、特許文献 2 に開示されたドライバ状態推定器があれば、その結果にもとづいて変動させても良い。

また比例ゲイン $1/K_2$ はドライバの腕バネ定数の逆数であり、一定値として、ドライバ特性として代表的な値、例えば 15 Nm/rad を用いてもよいが、前述のドライバ状態推定器を用いて、ドライバ遅れ時間と同様に変動させてもよい。

【0024】

図 8 は図 7 の制御ブロック図の構成を実現する実施の形態 2 の電動ステアリング装置の構成を表す図である。図の二重線で囲まれた部分 301 がモータに印加する電流値を演算する演算部ブロックである。

また、図 7 では、路面反力トルク検出部で検出した路面反力トルクにもとづき、路面反力トルク速度算出部で算出した路面反力トルク速度を操向車輪角制御部にて目標操向車輪角に加算しているが、ハンドル 111 に操舵トルクセンサを設置して、得られたトルクを路面反力トルクの代わりに用いても、同様の効果が得られる。

【0025】

本実施の形態のステアリング制御装置によると、ハンドル角に対する微分補償に加えて、路面反力トルクによるハンドル角補償を加えることにより、ドライバのハンドル角量を補償するので、人—自動車系の応答性と安定性が向上して、車線変更などの操舵時におけるドライバの運転負担を減らすことができる。

【0026】

本実施の形態の装置の車線変更操作時の効果を示す特性を図 9 に示す。図 9 の横軸は移動

距離、縦軸はハンドル角を表す。

図9において点線91は、図3の従来の補償制御のないステアリングの場合の特性、一点破線92は図4の従来の操向車輪角のみを制御する微分ハンドル制御の場合の特性、実線93が本実施の形態の特性線である。

特性93のハンドル角速度は従来の微分ハンドルの特性92と変わらないが、SATフィードバックによる操向車輪角の切り増しがあるため、白矢印で示すように、特性92に比べて少ないハンドル角で車線変更をすることが出来ている。結果として、人-自動車系として応答性が向上するとともに、操舵のふらつきが減少していることが確認できる。

【0027】

実施の形態3.

実施の形態1で説明したとおり、ドライバ状態を検出する装置(特許文献2など)を組み込むことにより、ドライバの反応遅れ時定数をより正確に把握することが出来る。例えば、覚醒度が低く反応時間が大きいときは t_1 の値を長いものに変更する。特許文献2のものは車両挙動から覚醒度を推定するものである。特許文献2のものはドライバの覚醒状態、または覚醒の程度を算出し、これに合わせて一次警報、二次警報を出力するが、この警報出力に合わせ、例えば二次警報では $t_1 = 0.7 \text{ sec}$ 、一次警報では $t_1 = 0.5 \text{ sec}$ 、通常レベルでは $t_1 = 0.3 \text{ sec}$ のように設定を変化させるようにしてもよい。

また、他のより簡単な方法としては、車速に応じてドライバの反応遅れ時定数(上記の t_1)を変更するようにしてもよい。

上記のように t_1 を変化させた場合、比例ゲイン $1/K_2$ はドライバの腕バネ定数の逆数であるから、ドライバの覚醒度あるいは車速に応じて変更するようにしてもよい。

【0028】

本実施の形態によると、ドライバの状態を検出する装置で検出した覚醒度に基づいて、覚醒度が低く反応時間が大きいときはドライバ遅れ時間 t_1 の値を長いものに変更してドライバ遅れを補償する。したがって、覚醒度が低いときにはより速くより大きく補償するので、覚醒度が低いときにおいてもドライバの運転負担を低減することができる。

同様に、比例ゲイン $1/K_2$ をドライバの覚醒度あるいは車速に応じて変更すると、ドライバの状態に応じてドライバの遅れ及び操舵特性を補償することができ、ドライバの運転負担を低減することができる。

【0029】

実施の形態4.

実施の形態1~3の説明においては、ステアリング装置の機構/構成をステアバイワイヤ装置であるとして説明したが、本実施の形態では、タイヤとハンドルが機械的なリンク99で繋がっている機構である上に、さらに操舵反力トルクを制御するモータ(第1のモータ)と、操向車輪角を制御するモータ(第2のモータ)とを有するもの、即ち、舵角スーパーインポーズ機構による構成のものについて説明する。図10は本実施の形態の構成を示しているが、舵角スーパーインポーズ機構とステアバイワイヤ機構の異なる点はタイヤの操向軸とハンドルが機械的な連結99で繋がっている点のみであり、その他の点については実施の形態1~3に説明したものと同一である。(Kramer 著, "Potential Function And Benefits of Electronic Steering Assistance", CSAT, Czech Republic, 1996)

【0030】

本実施の形態によると、ステアバイワイヤ機構に限らず、操舵反力トルクを制御するモータと操向車輪角を制御するモータを有する機構であれば実施の形態1~3と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の実施の形態1によるステアリング制御装置を適用した車両のステアリング装置構成図である。

【図2】図1の構成に用いている本発明のステアリング制御装置を説明する制御プロ

ック図である。

【図 3】動作説明のため図 2 の一部を取り出した説明用のブロック図である。

【図 4】動作説明のため図 2 の一部を取り出した説明用のブロック図である。

【図 5】図 2 の制御ブロックを適用した場合の、図 1 の構成を説明するためのブロック図である。

【図 6】図 2 の構成の効果を説明するための、特性説明図である。

【図 7】実施の形態 2 のステアリング制御装置の制御ブロック図である。

【図 8】図 7 の制御ブロックを適用した場合の、図 1 の構成を説明するためのブロック図である。

【図 9】図 7 の構成の効果を説明するための、特性説明図である。

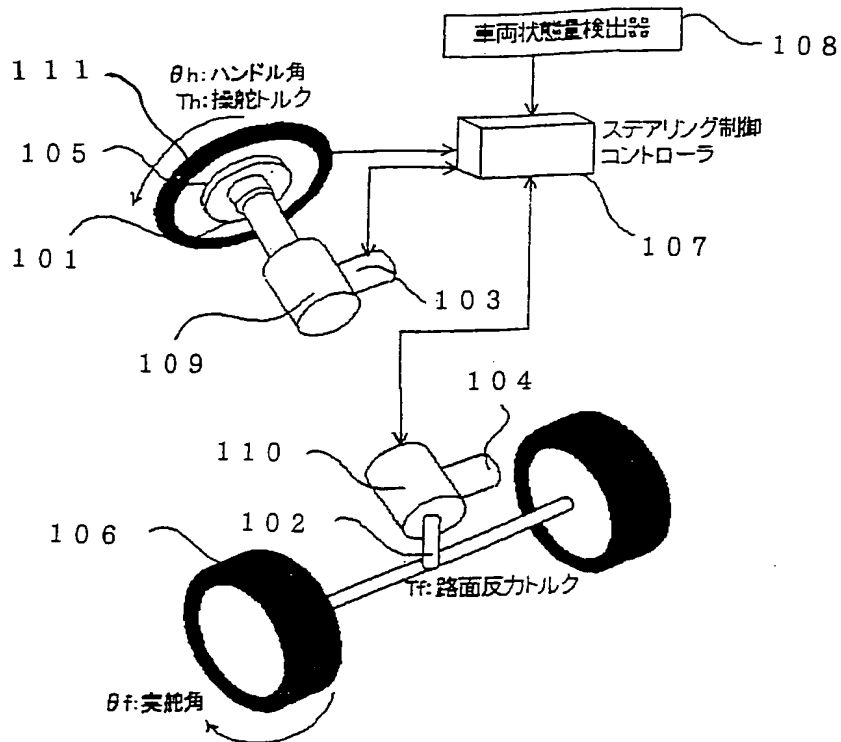
【図 10】実施の形態 4 のステアリング制御装置を適用した車両のステアリング装置構成図である。

【符号の説明】

【0032】

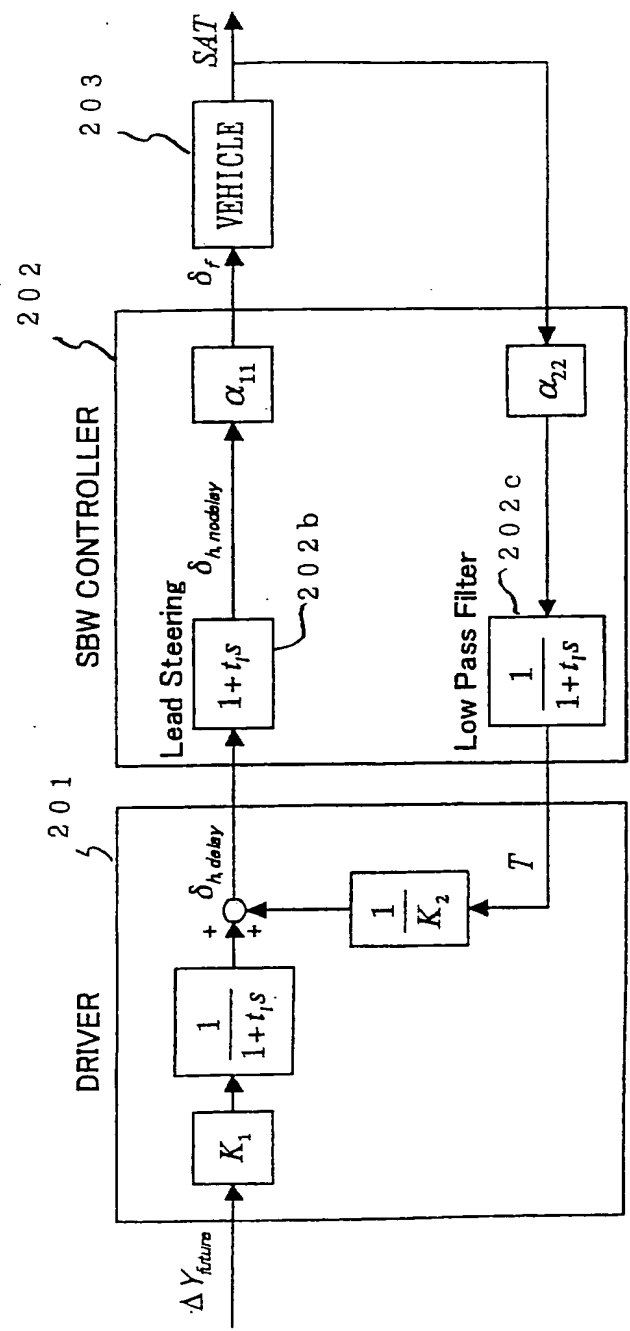
- 101 操舵トルク検出器、 102 路面反力トルク検出器、
103 第 1 のモータ、 104 第 2 のモータ、 105 ハンドル角検出器、
106 操向車輪、 107 ステアリング制御コントローラ、
108 車両状態量検出器、 109 操舵反力トルク制御用減速ギア、
110 操向車輪角制御用減速ギア、 111 ハンドル。

【書類名】 図面
【図 1】



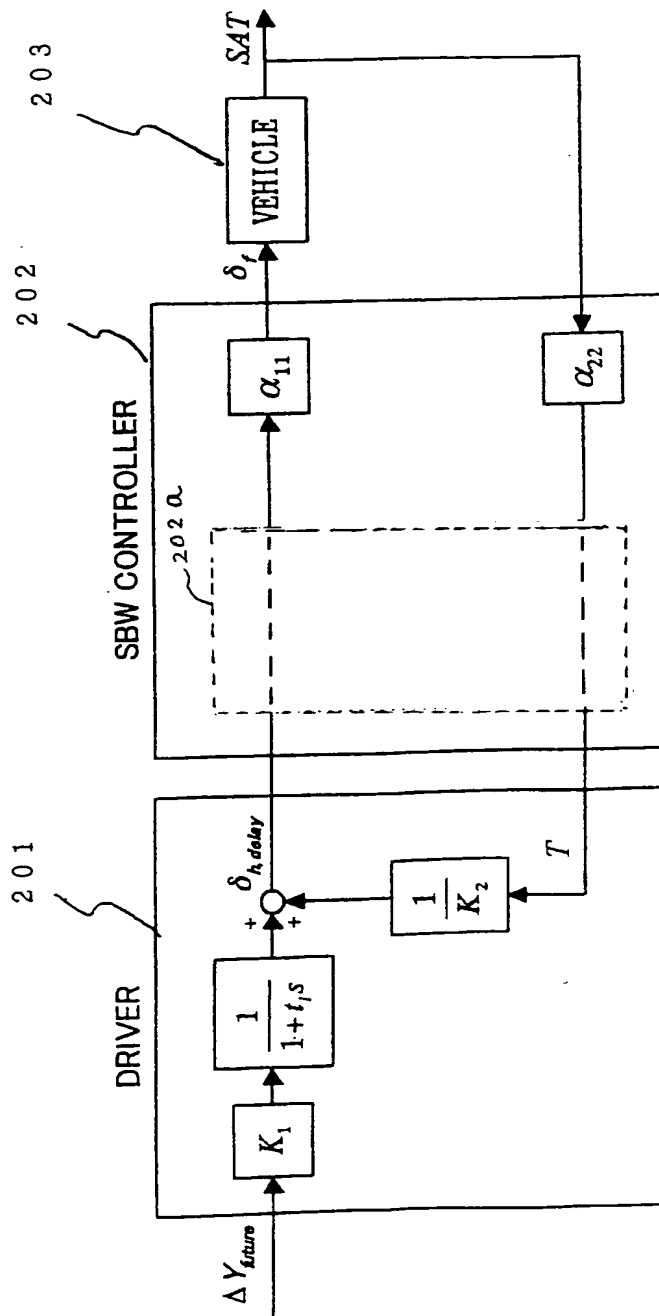
- | | |
|-------------------|---------------------|
| 101: 操舵トルク検出器 | 102: 路面反力トルク検出器 |
| 103: 第1のモータ | 104: 第2のモータ |
| 105: ハンドル角検出器 | |
| 106: 操向車輪 | 107: ステアリング制御コントローラ |
| 108: 車両状態量検出器 | 109: 操舵反力トルク制御用減速ギア |
| 110: 操向車輪角制御用減速ギア | 111: ハンドル |

【図 2】

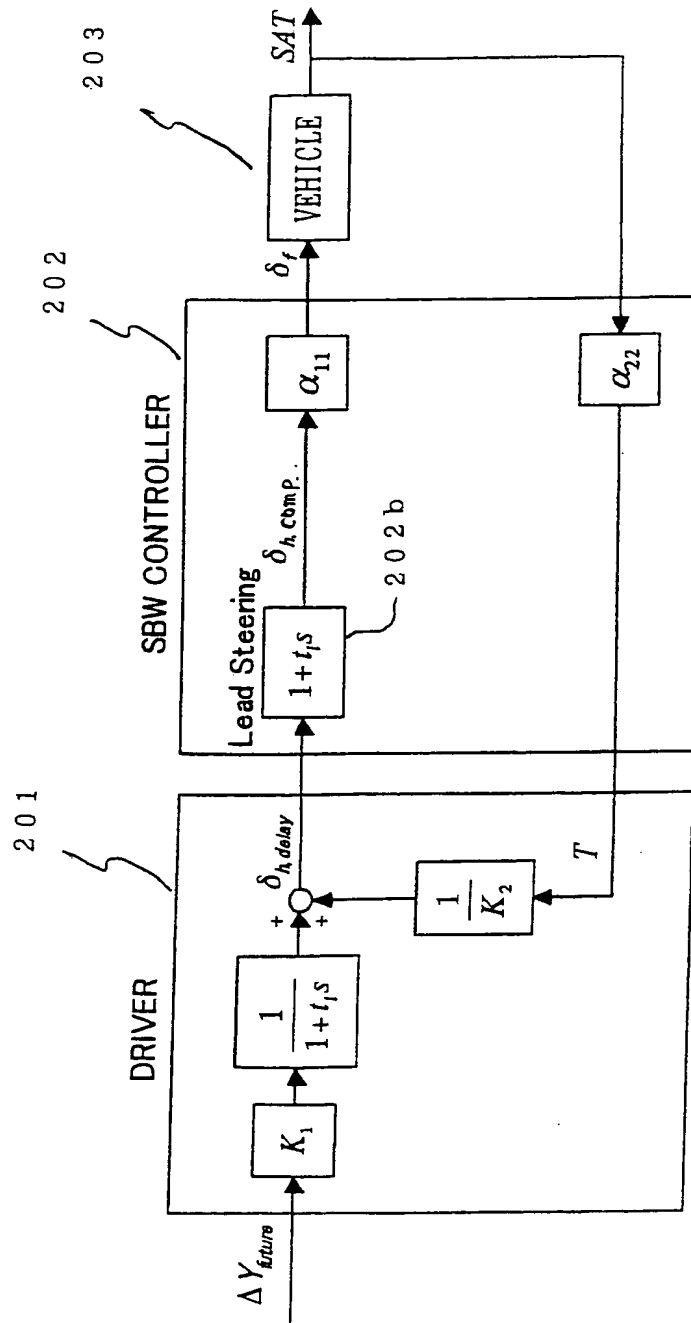


202b: 一次進みフィルタ
202c: 一次遅れフィルタ

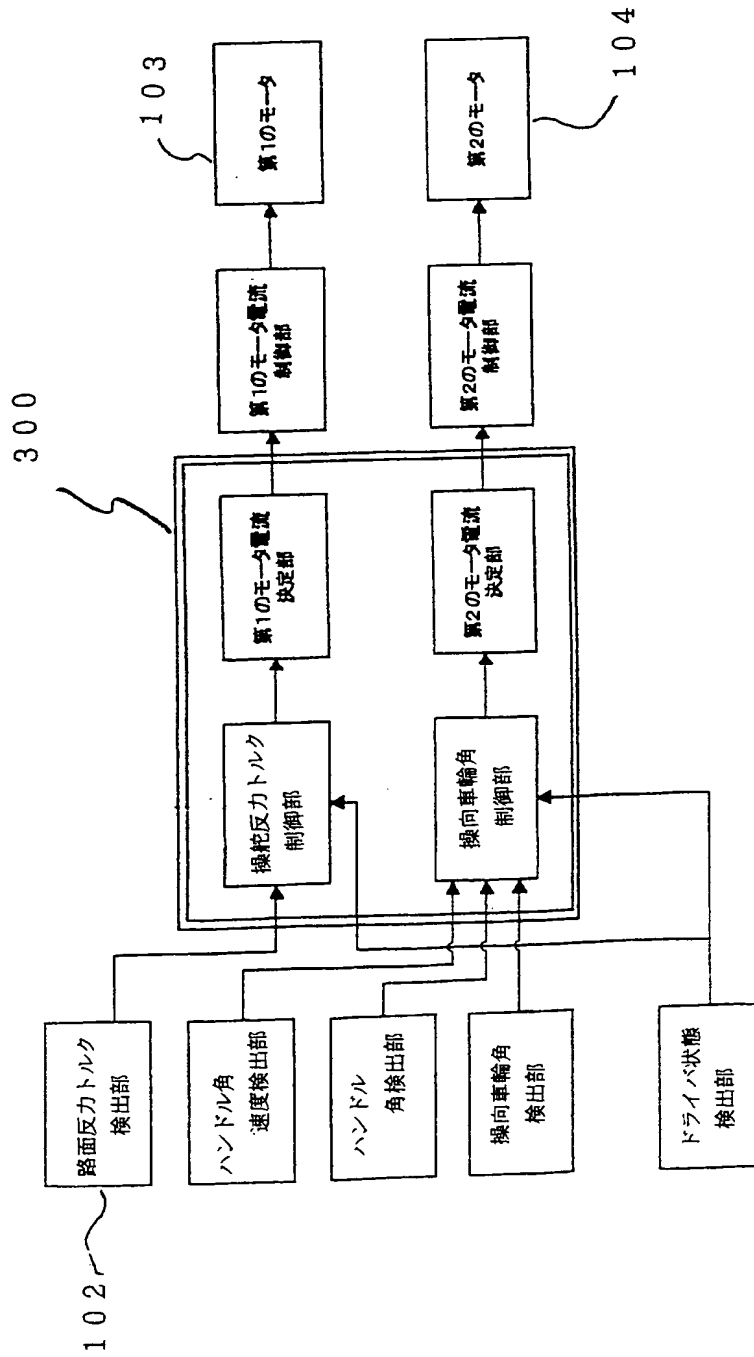
【図 3】



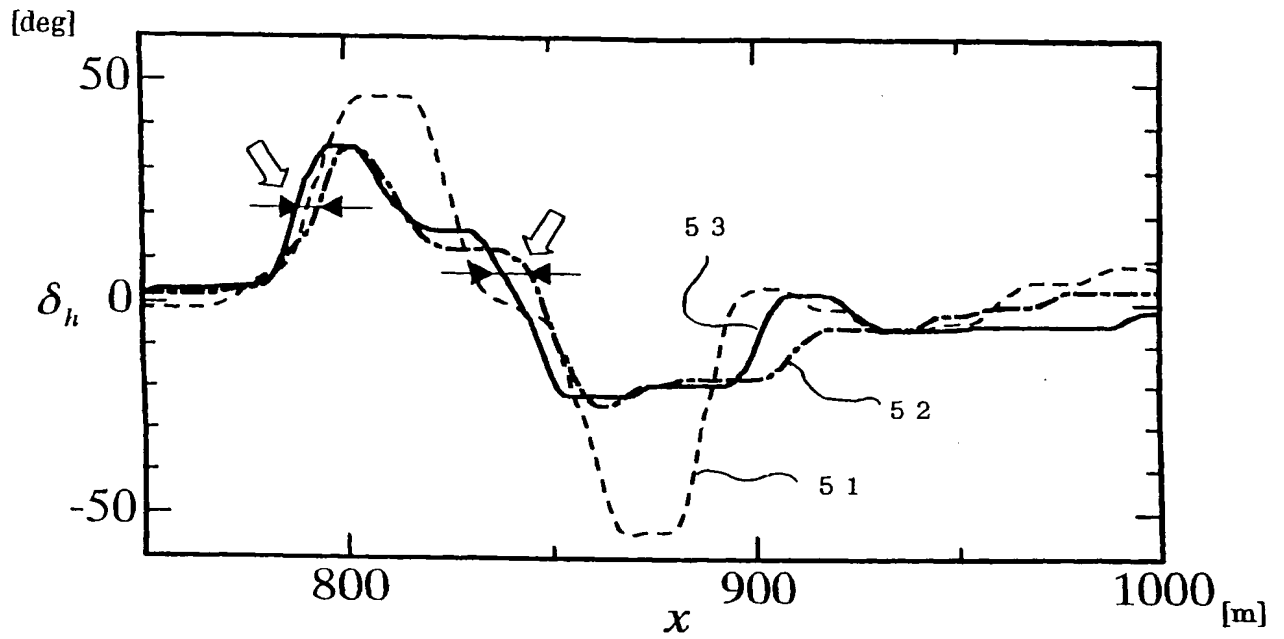
【図 4】



【図5】

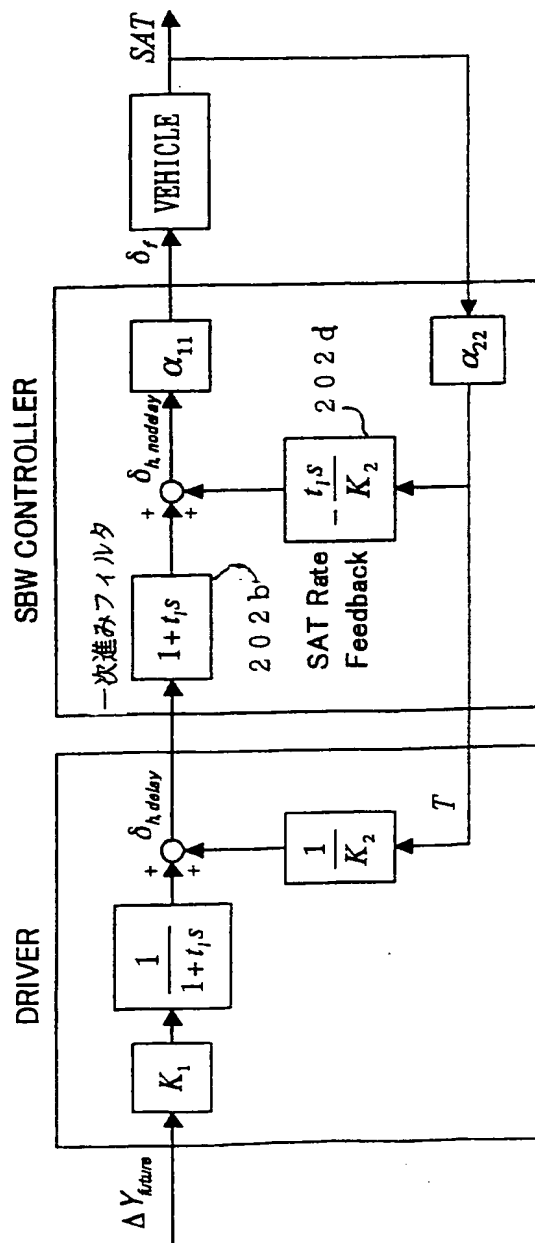


【図 6】

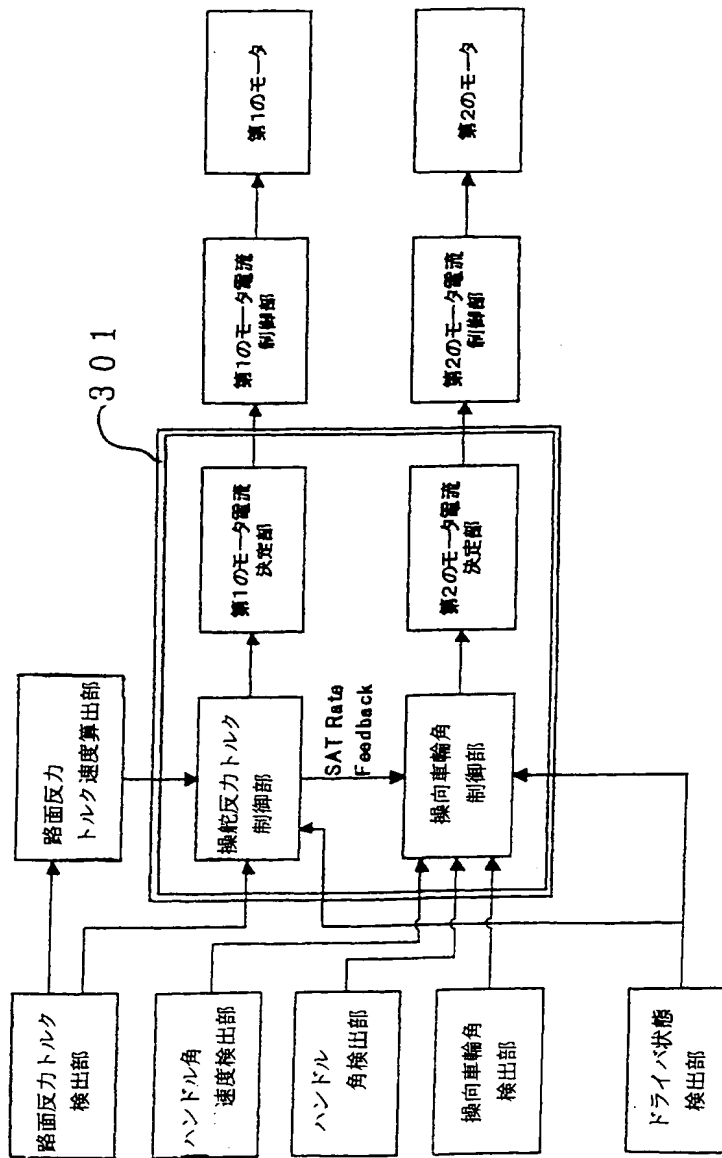


- 5 1 : 補償なし
- 5 2 : 進み補償のみ
- 5 3 : 実施の形態 1 の特性

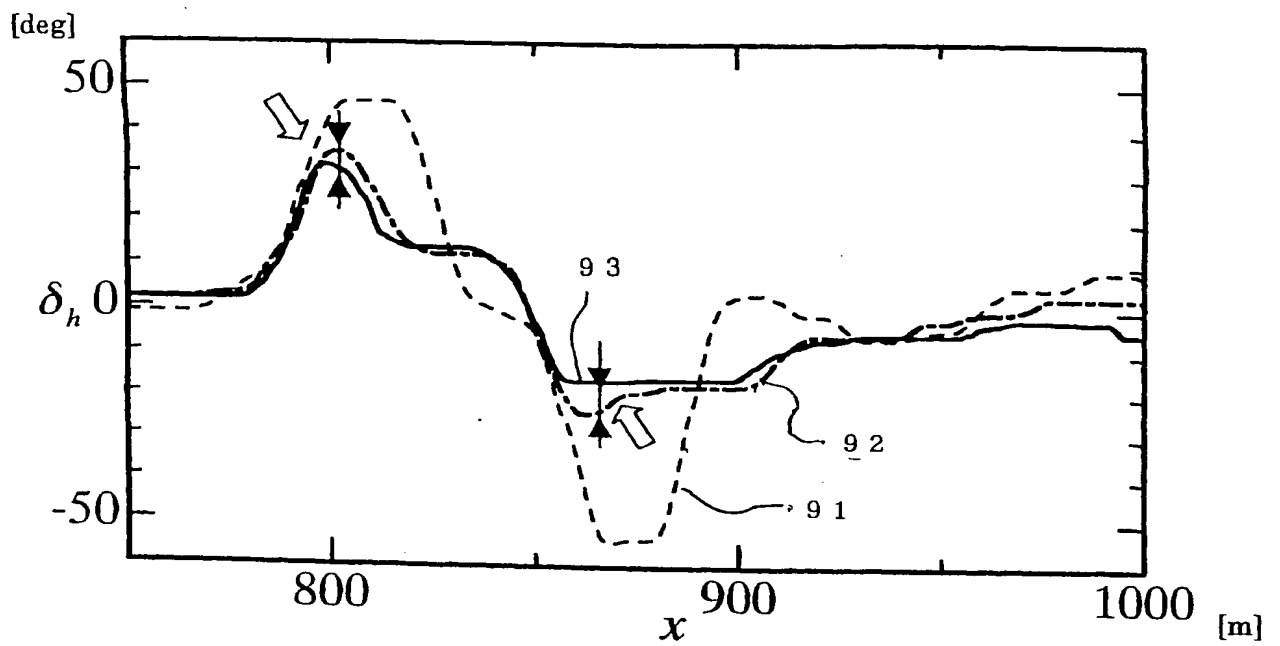
【図 7】



【図8】

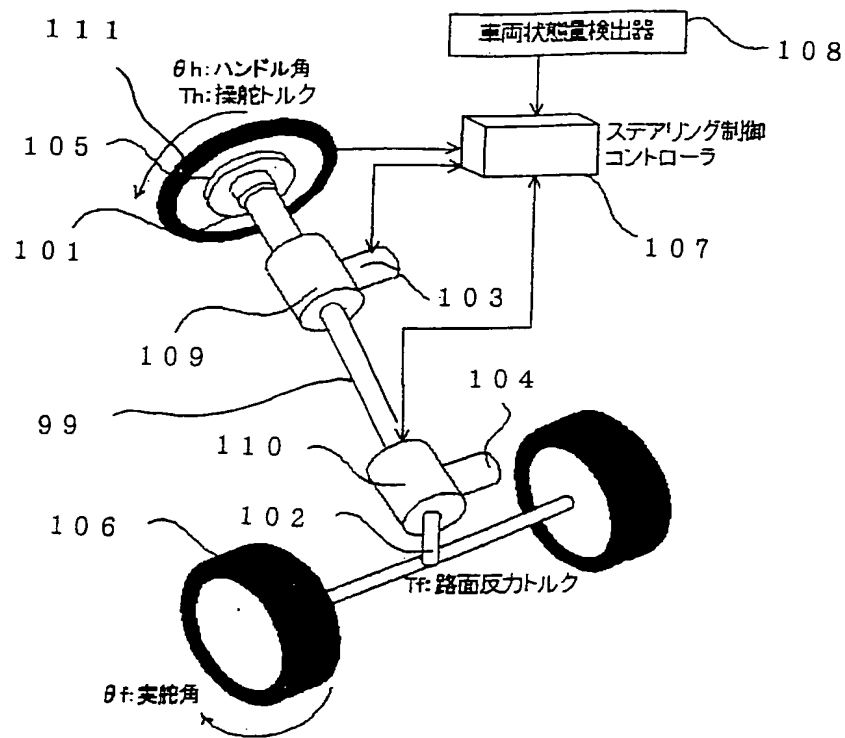


【図 9】



- 91 : 補償なし
- 92 : 進み補償のみ
- 93 : 実施の形態 2 の特性

【図 10】



103：第1のモータ

104：第2のモータ

99：機械的連結

【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 電動パワーステアリング装置の制御において、運転者の反応遅れを補正する為、ハンドル角度信号を進めフィルターを介して出力させる、いわゆる微分ハンドル制御を行った場合に、路面反力トルクのフィードバックのため制御応答の遅れが生じてしまうという課題があった。

【解決手段】 路面反力トルク S A T をハンドル 1 0 5 にフィードバックして加算するとき、運転者の反応遅れ時定数 t_1 に等しい時定数を持つローパスフィルター 2 0 2 c を経由して、加算する。加算された信号は進めフィルター 2 0 2 b を介して操向軸を制御する第 2 のモータへ出力する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 2 9 9 1 2 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 4 8]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿一丁目 7 番 2 号

氏 名

富士重工業株式会社

特願 2 0 0 3 - 2 9 9 1 2 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社